

Ю. И. Коваль^{1✉}, И. В. Васильцова², Д. Ж. Оспанова¹, И. И. Бочкарева³

Антиоксидантная активность монокомпонентных и композиционных настоев из растительного сырья в модельном эксперименте

¹ФГБОУ ВО Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация,

²ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация,

³Сибирский государственный университет геосистем и технологий,

г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: kovalyuliya81@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований, посвященных сравнительному анализу антиоксидантной активности монокомпонентных и композиционных настоев на основе сухого растительного сырья. Показано влияние состава экстрагента и времени извлечения на критерии антиоксидантной активности настоев из лопуха большого, одуванчика лекарственного, аира болотного и их композиций. Установлено, что все исследуемые настои в той или иной степени обладали выраженной антиоксидантной активностью, причем водные извлечения уступали водно-спиртовым по данному показателю. У водных извлечений максимум антиоксидантной активности зафиксирован у образца «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – 4,50 мкмоль/л×мин, у водно-спиртовых – «аир болотный» и «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – до 13,49 мкмоль/л×мин и до 24,35 мкмоль/л×мин соответственно. При использовании водно-спиртового экстрагента оптимальным временем извлечения можно считать 21 сутки, когда практически все образцы проявляли максимальную антиоксидантную активность.

Ключевые слова: лопух большой, одуванчик лекарственный, аир болотный, настои, антиоксидантная активность

Yu. I. Koval^{1✉}, I. V. Vasiltsova², D. J. Ospanova¹, I. I. Bochkareva³

Antioxidant activity of monocomponent and composite infusions from plant raw materials in a model experiment

¹FSBEI HE Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russian Federation

²FSBEI HE Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation,

³Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: kovalyuliya81@mail.ru

Abstract. The article presents the results of experimental studies devoted to the comparative analysis of the antioxidant activity of monocomponent and composite infusions based on dry plant raw materials. The influence of the extractant composition and extraction time on the criteria of antioxidant activity of infusions from burdock, dandelion, calamus and their compositions is shown. It was established that all the infusions studied possessed, to varying degrees, pronounced antioxidant activity, with aqueous extracts being inferior to aqueous-alcoholic ones in this indicator. In aqueous extracts, the maximum antioxidant activity was recorded for the sample «dandelion and calamus, 1:1» – 4.50 $\mu\text{mol/l} \times \text{min}$, in aqueous-alcoholic extracts – «calamus» and «dandelion and calamus, 1:1» – up to 13.49 $\mu\text{mol/l} \times \text{min}$ and up to 24.35 $\mu\text{mol/l} \times \text{min}$, respectively. When using a water-alcohol extractant, the optimal extraction time can be considered to be 21 days, when almost all samples exhibited maximum antioxidant activity.

Keywords: burdock, dandelion, calamus, infusions, antioxidant activity

Введение

В настоящее время все возрастает интерес к разработке и изучению препаратов на основе лекарственного растительного сырья. Это обусловлено возрастающей потребностью в эффективных и безопасных лекарственных средствах, способных оказывать антиоксидантное действие и предотвращать возникновение различных заболеваний [1–3].

Изучение натуральных антиоксидантов – это область, которая вызывает интерес из-за их большей безопасности по сравнению с синтетическими. Растительные антиоксиданты, будучи экологически чистыми и эффективными, играют все более важную роль в разработке новых лекарственных средств [4–6].

Жидкие лекарственные формы на растительной основе, представляют собой перспективный класс лекарственных препаратов, так как они обеспечивают быстрое и эффективное усвоение действующих веществ организмом, в этой связи исследования их антиоксидантной активности носит актуальный характер. Кроме этого, требуется дальнейшее изучения влияние различных факторов на стабильность и активность компонентов, обладающих антиоксидантными свойствами, в процессе производства и хранения лекарственных препаратов [7, 8].

Целью настоящего исследования явилось изучение антиоксидантной активности водных и водно-спиртовых извлечений на основе растительного лекарственного сырья методом вольтамерометрии.

Задачи:

1. определить кинетические критерии моно компонентных и композиционных водных и водно-спиртовых извлечений на основе корней лопуха большого, одуванчика лекарственного и аира болотного;
2. изучить влияние времени извлечения и вида экстрагента на антиоксидантные свойства настоев и отваров из растительного сырья.

Методика

Объектами исследований являлись лекарственное сырье и извлечения на его основе. Использовали 3 образца сырья производства компании «Травы Алтая» – корни лопуха большого, одуванчика лекарственного и аира болотного.

Для решения поставленных задач был проведено 3 серии экспериментов с использованием водных и водно-спиртовых извлечений.

Образцы растительного сырья готовили согласно таблице 1.

Таблица 1

Схема приготовления образцов растительного сырья

Образец	Состав	Содержание сырья, %
1	Корни лопуха большого (ЛБ)	100,00
2	Корни одуванчика лекарственного (ОЛ)	100,00
3	Корни аира болотного (АБ)	100,00
4	ЛБ + ОЛ (1 : 1)	50,00 : 50,00
5	ЛБ + АБ (1 : 1)	50,00 : 50,00
6	ОЛ + АБ (1 : 1)	50,00 : 50,00
7	ЛБ + ОЛ + АБ (1 : 1 : 1)	33,33 : 33,33 : 33,33

Для приготовления извлечений на весах специальной точности брали образец массой 1 г, помещали в стеклянные стаканы или бюксы с крышками, соблюдая массовое соотношение, добавляли соответствующий экстрагент.

Приготовление извлечений производили, соблюдая массовое соотношение «сырье – растворитель» – 1 : 30, согласно таблице 2.

Таблица 2

Схема приготовления извлечений

Образец	Массовое соотношение «сырье : экстрагент» – 1:30	
1–7	Экстрагент – вода Способ извлечения – термостатирование при 100 °С Время извлечения – 30 минут	Экстрагент – 40 %-й этанол Способ извлечения – настаивание Время извлечения – 7–42 суток
5	Экстрагент – вода Способ извлечения – термостатирование при 100 °С Время извлечения – 15-120 минут	

Водные растворы доводили до кипения на водяной бане, кипятили от 15 до 120 минут, остужали до комнатной температуры, фильтровали через бумажный фильтр, после доводили до исходной массы. Водно-спиртовые – настаивали в бюксах с притертой крышкой в темном месте от 7 до 42 суток после отфильтровывали, при необходимости доводили до исходной массы 40 %-м этанолом.

Антиоксидантную активность определяли методом катодной вольтамперометрии с помощью анализатора «ТА-Lab», подключенного совместно с ПК. Определения для каждого образца выполнялись в 3-кратной повторности, полученные данные обрабатывали с помощью методов вариационной статистики.

Результаты

Экспериментальные данные определения антиоксидантной активности водных извлечений представлены в таблице 3.

Максимальным критерием антиоксидантной активности характеризовался композиционный отвар одуванчика и аира болотного в сочетании 1 : 1.

Таблица 3

Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности водных извлечений

Образец	К, мкмоль/л×мин
1	4,38±0,50**
2	3,01±0,20**
3	1,93±0,08**

4	0,95±0,02
5	2,09±0,01**
6	4,50±0,52**
7	1,58±0,06*

Примечания: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$ (в сравнении с наименьшим показателем в пределах времени извлечения).

С использованием образца 5 – композиции корней лопуха большого и аира болотного, характеризовавшегося средним значением критерия антиоксидантной активности в первой серии экспериментов, изучали влияние времени извлечения на переход гидрофильных антиоксидантов – результаты представлены на рис 1.

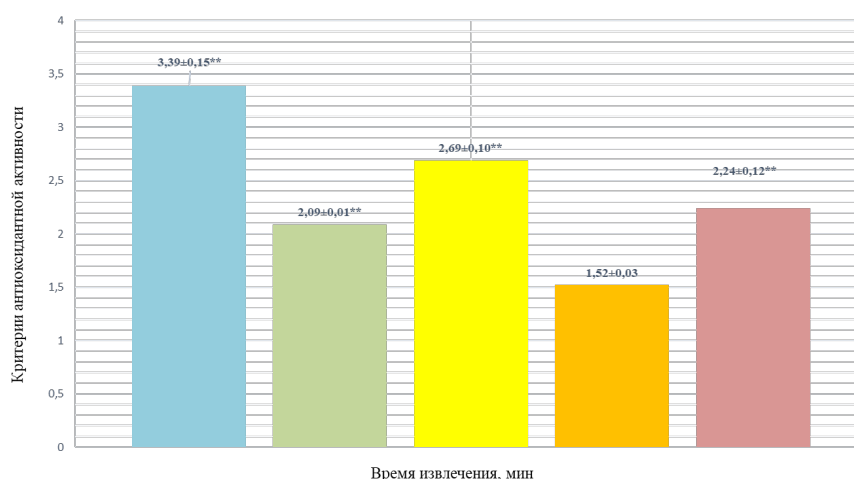


Рис.1 – Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности водных извлечений К, мкмоль/л×мин

Примечания: ** – $P \geq 0,99$ (в сравнении с наименьшим показателем в пределах образца).

Так, установлено, что наиболее эффективное извлечение происходило в течении 15 минут, при увеличении времени показатель изменялся не линейно – то снижался, то возрастал, однако эти изменения достоверно не отличались друг от друга.

При водном извлечении биологически активных соединений, вклад в величину суммарной антиоксидантной активности вносят только доступные водорастворимые формы антиоксидантов. Для получения более полной «картины» необходимо использование других растворителей, способных к извлечению липофильных антиоксидантов. К таким формам относят водно-спиртовые извлечения. Данные третьей серии экспериментов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности водно-спиртовых извлечений (40 %-й этанол), К, мкмоль/л×мин

Образец	Время извлечения, сут. /нед.			
	7 / 1	14 / 2	21 / 3	42 / 8
1	10,71±1,25**	8,73±0,55**	14,94±1,12**	13,36±0,10**
2	12,76±0,90**	12,44±1,30**	11,56±2,24**	11,39±0,12**
3	11,64±2,20**	13,49±0,20**	11,49±1,50**	11,89±0,58**
4	7,47±0,80**	7,79±1,80**	11,56±0,90**	11,86±1,15**
5	6,86±0,35*	6,83±0,30	5,07±0,92	6,22±0,97
6	10,24±1,00**	7,52±1,00**	24,35±2,14**	12,03±0,71**
7	4,62±0,80	5,14±0,40	8,72±1,25*	9,99±1,00**

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$ (в сравнении с наименьшим показателем в пределах времени извлечения).

Максимальным критерием антиоксидантной активности через 1 неделю настаивания, достоверно превосходящим по данному показателю остальные образцы до 2,76 раза, характеризовался образец 2 – корни лопуха большого, минимальным – смесь одуванчика, лопуха и аира.

Ко второй неделе наблюдался рост антиоксидантной активности образца 3, разница кинетических критериев настоя корней аира болотного с другими образцами достигала 2,62 раза.

Резкий скачок роста критерия антиоксидантной активности наблюдался к 3 неделе в смеси корней аира и лопуха, что свидетельствует о высокой концентрации антиоксидантов, перешедших в извлечение образца 6.

К 4 неделе наблюдалась общая тенденция к снижению кинетического критерия практически у всех образцов, однако максимум так же зафиксирован в образце 6.

Обсуждение

Согласно литературным данным к гидрофильным антиоксидантам растительного происхождения относят: гликозиды флавоноидов, катехины и дубильные вещества, некоторые водорастворимые витамины, в частности аскорбиновую кислоту [9–11]. В эксперименте с водными извлечениями в качестве эталона сравнения использовали водный раствор аскорбиновой кислоты (ГСО, С=1 мг/мл, К = 1,46±0,20 мкмоль/л×мин).

Критерии антиоксидантной активности анализируемых образцов со временем извлечения 30 минут распределялись следующим образом: *сочетание (айр и лопух)*, *одуванчик*, *лопух*, *сочетание (одуванчик и айр)*, *айр*, *сочетание (одуванчик, лопух и айр)*, *аскорбиновая кислота*, *сочетание (одуванчик и лопух)*. Причем образцы 6 и 1 превосходили значение эталона до 3,1 раза, а образец 4 напротив уступал эталону в 1,5 раза.

При изучении времени извлечения на показатель антиоксидантной активности кинетический критерий менялся не линейно – такие колебания возможно объясняются отличным временем набухания тканей корня и перехода различных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. Кроме этого, необходимо учитывать, что аскорбиновая кислота, как одно из наиболее распространен-

ных в растениях соединений – антиоксидантов, нестабильна при длительном нагревании (кипячении), в связи с этим объяснимо снижение коэффициента антиоксидантной активности к 60 минуте, продукты ее распада при длительном температурном воздействии могут вызывать резкое увеличение антиоксидантной активности, обнаруженное при конечном измерении [12, 13].

В работе Баталова Е. с соавторами приведены результаты анализа антиоксидантной активности водных отваров корня одуванчика лекарственного производства компании «Фармацвет», приготовленных в массовом соотношении «сырье : растворитель» – 1: 20. При динамике измерения 15, 30 и 45 минут кинетический критерий находился в диапазоне от 0,05 до 0,56 мкмоль/л×мин, причем максимум так же наблюдался при 15 –минутном извлечении [14].

В эксперименте с водно-спиртовыми настоями в качестве эталона рассматривали дигидрокверцетин (ГСО в 40 %-м этаноле, С=1 мг/мл, К = 1,46±0,01 мкмоль/л×мин).

Данные, представленные в табл. 4 свидетельствуют, что в течение всего периода анализируемые образцы характеризовались антиоксидантной активностью, превосходящей соответствующее значение эталона. Однако, стоит отметить, что своего максимума антиоксидантной активности каждый из исследуемых образцов достигал в течении разного времени настаивания, что свидетельствует об особенностях перехода антиоксидантов в извлечение.

Так, в настоях одуванчика лекарственного и смеси лопуха большого и аира болотного ко второй неделе наблюдалось достоверное снижение антиоксидантной активности, пик роста данного показателя к 3 неделе извлечения.

У образцов 2 и 5 максимум кинетического критерия зафиксирован у 7 суточных извлечений, у 4 и 7 образцов, наоборот, увеличение времени извлечения приводило к достоверному увеличению данного показателя.

На образец 3, содержащий аир болотный временной фактор достоверного влияния не оказал.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие *выводы*:

1. Все исследуемые образцы в той или иной степени обладали выраженной антиоксидантной активностью, причем водные извлечения уступали водно-спиртовым по данному показателю.

У водных извлечений максимум антиоксидантной активности зафиксирован у образца «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – 4,50 мкмоль/л×мин, у водно-спиртовых – «аир болотный» и «одуванчик лекарственный и аир болотный, 1:1» – до 13,49 мкмоль/л×мин и до 24,35 мкмоль/л×мин соответственно.

2. Наиболее эффективное извлечение водорастворимых антиоксидантов в композиции корней лопуха большого и аира болотного происходило в течении 15 минут.

При использовании водно-спиртового экстрагента оптимальным временем извлечения можно считать 21 сутки, когда практически все образцы проявляли максимальную антиоксидантную активность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Salimova N.Y. Medicinal Forms from Their Raw Materials / N.Y. Salimova // American Journal of Biomedical Science & Research. – № 10 (6). – P. 448-451. –DOI: 10.34297/AJBSR.2020.09.001449
2. Халлыева Г.И. Фитохимический анализ биологически активных компонентов лекарственных растений / Г.И. Халлыева, Дж.С. Эсенов, С. Д. Аллакулов // Вестник науки. – 2023. – №10 (67). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitohimicheskiy-analiz-biologicheskii-aktivnykh-komponentov-lekarstvennykh-rasteniy> (дата обращения: 22.04.2025).
3. Демидова О.А. Безопасность лекарственных растительных препаратов: клинико-фармакологические аспекты / О.А. Демидова, В.В. Архипов, М.В. Журавлева, Т.В. Александрова, А.А. Александров // Безопасность и риск фармакотерапии. 2020. – №4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-lekarstvennykh-rastitelnykh-preparatov-kliniko-farmakologicheskie-aspekty> (дата обращения: 22.04.2025).
4. Лекарственные и пищевые растения Дальнего Востока: учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины для обучающихся направлений подготовки 35.03.01 Лесное дело ФГБОУ ВО Приморская ГСХА / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. – Изд. 2-е, доп. и перераб.; сост. В.Ю. Минхайдаров. – Уссурийск, 2019. – 366 с.
5. Бессонова Е.А. Современные подходы к извлечению и концентрированию биологически активных веществ из растительных объектов с применением методов микроэкстракции для их хромато-масс-спектрометрического определения / Е.А. Бессонова, Д. А. Карпицкий, Л. А. Карцова // Журнал аналитической химии. – 2023. – Т. 78. – № 10. – С. 883-896.
6. Валиева Н.Г. Лекарственные растения источники биологически активных веществ / Н.Г. Валиева // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2010. Т. 203. – С. 44-48. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lekarstvennye-rasteniya-istochniki-biologicheskii-aktivnykh-veschestv> (дата обращения: 20.04.2025).
7. Собакарь М.С. Антиоксидантная терапия и метаболические подходы к лечению заболеваний сердечно сосудистой системы / М.С. Собакарь, Е.В. Ших // Биомедицина. – 2010. – №3. – С. 10-21. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antioksidantnaya-terapiyaaimetabolicheskii-podhody-k-lecheniyu-zabolevaniy-serdechno-sosudistoy-sistemy> (дата обращения: 28.04.2025).
8. Варданян Р. Л. Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений Горисского региона Армении / Р.Л. Варданян, Л.Р. Варданян, Л.В. Атабекян, Т.С. Григорян // Химия растительного сырья. 2013. – №1. – С. 151-156. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-antioksidantnykh-svoystv-lekarstvennykh-rasteniy-gorisskogo-regiona-armenii> (дата обращения: 28.04.2025).
9. Васильцова И.В. Возможность использования экстрактов растительного сырья в качестве биологически активных добавок / И.В. Васильцова, Т.И. Бокова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2015. – № 3 (9). – С. 5-10.
10. Бокова Т.И. Оценка биологической активности почек и листьев березы в модельных исследованиях / Т.И. Бокова, И.В. Васильцова // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18. – № 6. – С. 879-884.
11. Мирошников П.Н. Антиоксидантная активность экстрактов душицы обыкновенной и сабельника болотного, произрастающих в Алтайском крае, в связи с содержанием в них флавоноидов / П.Н. Мирошников, К.В. Жучаев, Ю.И. Коваль // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 3 (72). – С. 213-220.
12. Дзаурова М.М. Получение и исследование водного экстракта в условиях малоотходной технологии переработки цветков ноготков и его лекарственных форм: дисс... канд. фарм. наук / М.М. Дзаурова; Кубанский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию. – Курск, 2007. – 23 с.,
13. Готина О.О. Биологическая и антиоксидантная активность календулы лекарственной / О.О. Готина, И.В. Васильцова, Ю.И. Коваль // Инновации и продовольственная безопасность. – 2025. – № 1 (47). – С. 72-80.
14. Баталов Е.Б. Определение антиоксидантного статуса корней одуванчика лекарственного / Е.Б. Баталов, Ю.И. Коваль, И.В. Васильцова // В сборнике: Химия и жизнь. Сборник статей XXI Международной научно-практической студенческой конференции. – Новосибирск, 2022. – С. 464-469.